

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-054872

(43)Date of publication of application : 21.02.1992

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02P 7/63

H02P 7/63

(21)Application number : 02-162628

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.06.1990

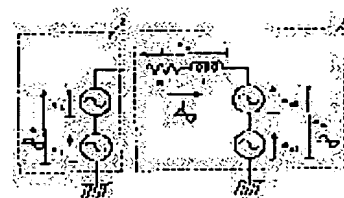
(72)Inventor : ITO SATORU  
NAKADA KIYOSHI  
NAKAMURA KIYOSHI

## (54) POWER CONVERTER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To decrease instantaneous power pulsation caused by a higher harmonic current by superimposing a voltage component, to cancel the higher harmonic component of an output current generated by a higher harmonic component included in induction voltage, on the output voltage of a power converter.

**CONSTITUTION:** A higher harmonic voltage command  $eh^*$  equivalent to the higher harmonic component of induction voltage is generated by a higher harmonic voltage command generator 4 and added to a fundamental wave voltage command value  $ef^*$  by an adder 6. Thereby an inverter 2 transmits fundamental wave voltage  $ef^*$  and a higher harmonic component  $eh$  equivalent to an induction voltage higher harmonic component  $emh$  as output voltage (e). Thereby an output voltage command  $e^*$  becomes a distortion wave but the induction voltage higher harmonic component  $emh$  is cancelled by the output voltage higher harmonic component  $eh$ ; therefore, voltage  $ec$  applied to the resistance R and the inductance L of a load 1 is converted into a sine wave.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-54872

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 02 M 7/48  
H 02 P 7/63

識別記号

E  
3 0 2 R  
3 0 3 Z

庁内整理番号

8730-5H  
7531-5H  
7531-5H

⑭ 公開 平成4年(1992)2月21日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全8頁)

⑮ 発明の名称 電力変換装置

⑯ 特 願 平2-162628

⑰ 出 願 平2(1990)6月22日

⑱ 発 明 者 伊 東 知 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 仲 田 清 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 発 明 者 中 村 清 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電力変換装置

2. 特許請求の範囲

1. 誘起電圧を持つ負荷に電力を供給する電力変換装置において、この誘起電圧中に含まれる高調波成分に起因して発生する出力電流の高調波成分を打ち消す電圧成分を前記電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。
2. 誘起電圧を持つ負荷に電力を供給する電力変換装置において、この誘起電圧中に含まれる高調波成分に等しい電圧成分を逆位相で前記電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。
3. 同期電動機に電力を供給する電力変換装置において、この同期電動機の位置信号からこの同期電動機に発生する誘起電圧の高調波成分に相当する電圧指令を作成する手段と、この電圧指令を作成する手段の出力を前記電力変換装置の出力電圧指令値に加算する手段とを備えた電力

変換装置。

4. 誘導電動機に電力を供給する電力変換装置において、この誘導電動機に発生する誘起電圧高調波成分に起因する出力電流の高調波成分を検出する手段と、前記出力電流の高調波成分を打ち消す電圧成分を前記電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。
5. 電力系統の受電端等の一般の機器に電力を供給する電力変換装置において、この電力系統の受電端等の一般の機器に発生する誘起電圧高調波成分に起因する出力電流の高調波成分を検出する手段と、前記出力電流の高調波成分を打ち消す電圧成分を前記電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。
6. 請求項第1項、第2項、第4項又は第5項記載の電力変換装置において、前記打ち消す出力電流の高調波成分は零相成分である電力変換装置。
7. 請求項第1項、第2項、第4項、第5項又は第6項記載の電力変換装置において、前記出力

電流の高調波成分を検出する手段は中性線の電流を検出する手段である電力変換装置。

8. 請求項第1項、第2項、第3項、第4項又は第5項記載の電力変換装置において、前記打ち消す高調波電圧成分が第3次調波である電力変換装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

この発明は、電動機などの誘起電圧を持つ負荷と接続された電力変換装置に関するものである。

#### 〔従来の技術〕

代表的従来技術として、「パワーエレクトロニクス&ACドライブ」(B. K. Bose著、秦泉寺敏正、内藤治夫訳、昭62、電気書院)第195頁から第197頁記載の技術が挙げられる。これはインバータの制御に関するものである。

このインバータの制御回路においては、出力電圧指令は正弦波で与えられる。この出力電圧指令が、PWM制御回路によりパルス信号に変換され、ゲートアンプがこのパルス信号に応じてインバー

タの各素子を駆動することにより、インバータからは正弦波の電圧が出力される。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら電動機等の誘起電圧を有する負荷においては、誘起電圧は例えば3次などの低次高調波成分を含有する場合がある。これは、電動機であればエアギャップ中の磁束分布が正弦波状から逸脱しているため、また電力系統であれば系統内の負荷の出力変動等によって発生する。

誘起電圧が高調波成分を含む場合、電力変換装置が正弦波を出力すると、誘起電圧に含まれる高調波成分がそのまま主回路に印加される。このため出力電流に低次高調波成分が発生し、瞬時電力脈動の増大の原因となる。瞬時電力脈動は、電動機におけるトルクもしくは推力の脈動を発生させ、騒音、振動の原因となる。また電力系統においては、低次の高調波成分により、系統内の他の機器における騒音、振動及び損失の増加、また機器の焼損といった障害を引き起こす。

本発明の目的は、これらの障害の発生原因とな

る誘起電圧高調波成分の影響を除去することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

電力変換装置の出力電圧に、誘起電圧に含まれる高調波成分に相当する電圧を重畳させる手段を設ける。

#### 〔作用〕

上記誘起電圧の高調波成分重畳手段により、出力電圧に誘起電圧の高調波成分に相当する電圧が重畳される。その結果、誘起電圧中の高調波成分が打ち消され、高調波電流及び高調波電流により発生する瞬時電力脈動を低減することができる。

#### 〔実施例〕

第1図は、本発明の一実施例を示したもので、負荷、電力変換器及びその制御回路の1相分を示す。インバータ2の出力電流 $i$ を制御する基本波電流制御器5は、電流検出器8により検出された出力電流 $i$ から出力電流基本波成分 $i_1$ を抽出するローパスフィルタ52と、出力電流指令 $i^*$ から出力電流基本波成分 $i_1$ を減じて偏差電流 $i_{1d}$

を算出する減算器53と、偏差電流 $i_{1d}$ を零にするような基本波電圧指令 $e_{11}^*$ を発生する電流制御回路51とから構成される。同期電動機11の回転子の回転角に従って発生される位置信号 $x$ から高調波電圧指令 $e_{1m}^*$ を発生させる高調波電圧指令発生器4の出力を、加算器6により基本波電圧指令 $e_{11}^*$ に加算し出力電圧指令 $e^*$ を発生する。この出力電圧指令 $e^*$ からPWM制御回路3によりパルス信号を生成し、インバータ2を動作させ、同期電動機11を駆動する。

第2図に、高調波電圧指令発生器4の一実施例を示した。周波数発生器42は電動機的位置信号 $x$ を入力し出力周波数 $f_1$ を発生する。41a、41b及び41cはそれぞれ1次、 $m$ 次及び $n$ 次の高調波電圧指令 $e_{11}^*$ 、 $e_{1m}^*$ 及び $e_{1n}^*$ を発生する特定高調波電圧指令発生器であり、打ち消したい高調波成分の次数に応じて設置すればよい。1次調波電圧指令 $e_{11}^*$ を発生する41aを例にとって説明する。高調波電圧振幅発生器411は、出力周波数 $f_1$ に対する誘起電圧1次調波成分の振幅

$E_{n1}$ の特性を記憶してあり、与えられた出力周波数 $f_1$ から1次調波電圧指令の振幅 $E_{1*}$ を出力する。この出力周波数 $f_1$ に対する誘起電圧高調波成分の振幅の特性の一例として3次調波振幅 $E_{31}$ の特性を第4図に示す。

誘起電圧3次調波 $E_{31}$ は出力周波数 $f_1$ に対し比例関係にあるのが一般的であるが、鉄心の飽和などの影響により特性が変化し、非線形性を呈する場合もある。これは電動機の構造及び設計に依存するものである。この特性は測定により求めめることができる。また、他の次数の誘起電圧高調波成分についても同様に求めることができるので、打ち消したい次数の高調波成分を高調波電圧振幅発生器411に記憶させておけばよい。

周波数で1倍周412は位置信号 $x_1$ から振幅が1で周波数が1倍の1次調波信号 $x_1$ を発生し乗算器413に出力する。乗算器413は、1次調波電圧指令の振幅 $E_{1*}$ と高調波信号 $x_1$ を乗算し1次調波電圧指令 $e_{1*}$ を発生する。43は各特定高調波電圧指令発生器41a、41b及び41c

的低次の成分で構成され、特に3次調波が大きく現れる場合が多い。この場合、インバータ2の出力電圧 $e$ が基本波成分 $e_1$ のみであると、誘起電圧高調波成分 $e_{n1}$ はそのまま負荷1の抵抗分 $R$ とインダクタンス分 $L$ に印加される。第5図はこの場合の各波形を計算により求めたものであるが、出力電流 $i$ は歪波となり、高調波電流が含まれている。また負荷1の瞬時出力電力 $p_1$ は出力電流 $i$ と誘起電圧 $e_{n1}$ の積であるが、出力電流 $i$ が高調波成分を含有するために、第5図に示されるように瞬時出力電力 $p_1$ には脈動成分が重畳され、瞬時電力脈動が増大する。この瞬時電力脈動は、機器における振動、騒音、損失の増大等の障害の原因となる。

そこで、第1図における高調波電圧指令発生器4により、誘起電圧の高調波分に相当する高調波電圧指令 $e_{n*}$ を発生させ、加算器6によって基本波電圧指令値 $e_{1*}$ に加算する。これにより第3図(c)に示すように、インバータ2は基本波電圧 $e_1$ と誘起電圧高調波成分 $e_{n1}$ に相当する高調波

からの指令を加算し高調波電圧指令 $e_{n*}$ を発生する加算器である。

上記構成による動作を述べる。

第1図において、出力電流 $i$ からローパスフィルタ52により出力電流基本波成分 $i_1$ を抽出する。減算器53により出力電流指令 $i_1^*$ から出力電流基本波成分 $i_1$ を減算し偏差電流 $i_{1e}$ を得る。電流制御回路51は偏差電流 $i_{1e}$ を零にするように基本波電圧指令 $e_{1*}$ を発生させる。この電圧指令 $e_{1*}$ をPWM制御回路3でパルス幅変調しパルス信号を生成する。インバータ2はこのパルス信号に従って電圧を出力する。

次に原理説明をする。

第3図(a)に示すように、負荷1の誘起電圧 $e_{n1}$ が基本波成分 $e_{n1}$ のみである場合、インバータ2は基本波出力電圧 $e_1$ を出力すれば出力電流 $i$ は正弦波となる。

しかしながら第3図(b)のように、誘起電圧 $e_{n1}$ が基本波成分 $e_{n1}$ の他に高調波成分 $e_{n2}$ を含む場合がある。誘起電圧高調波成分 $e_{n2}$ は、比較

成分 $e_{n1}$ とを出力電圧 $e$ として出力する。これにより第6図に示されるように出力電圧指令 $e^*$ は歪波となるが、誘起電圧高調波成分 $e_{n2}$ は出力電圧高調波成分 $e_{n1}$ により打ち消されるので、第3図(c)における負荷1の抵抗分 $R$ とインダクタンス分 $L$ に印加される電圧 $e$ は正弦波となる。このため出力電流 $i$ は正弦波状となり、誘起電圧高調波成分 $e_{n2}$ に起因する高調波電流は消去される。発明者等の演算の結果、補償後の誘起電圧 $e_{n1}$ は歪波であっても、出力電流 $i$ が正弦波状であれば、誘起電圧高調波成分 $e_{n2}$ に起因する瞬時出力電力 $p_1$ の脈動成分は各相分で互いに打ち消し合うため現れず、瞬時電力脈動が低減される。

一例として、誘起電圧 $e_{n1}$ に3次調波が含まれている場合をあげる。第7図において誘起電圧が基本波分のみである場合、電流リップルは $b$ 。[A]となる。しかしながら誘起電圧3次調波が $a$  [V]含まれる場合には、電流リップルが $b_1$  [A]にまで上昇する。そこで高調波電圧指令発生器4を用いて、インバータ1が誘起電圧の3次調波を打ち消

ような電圧を出力するように制御すると、電流リップルは $b_1$  [A] にまで低減される。

第8図に示す出力電流歪率、及び第9図に示す瞬時電力脈動についても同様の効果が得られる。誘起電圧3次調波は、他調波に比べ振幅が大きい場合が多いので、これを打ち消した場合の補償効果は大きい。

第10図に第1図における基本波電流制御器5の他の実施例を示す構成図を示す。

直交座標変換器58aは出力電流指令 $i^*$ から実軸成分 $I_{i*}$ と虚軸成分 $I_{i\theta}$ を発生する。直交座標変換器58bはローパスフィルタ52により得られた出力電流基本波成分 $i_1$ から実軸成分 $I_{i1}$ と虚軸成分 $I_{i\theta1}$ を発生する。減算器57aは出力電流指令実軸成分 $I_{i*}$ と出力電流実軸成分 $I_{i1}$ から偏差電流実軸成分 $I_{i\theta}$ を、減算器57bは出力電流指令虚軸成分 $I_{i\theta}$ と出力電流虚軸成分 $I_{i\theta1}$ から偏差電流虚軸成分 $I_{i\theta}$ をそれぞれ発生する。電流制御回路56a及び56bはそれぞれ偏差電流実軸成分 $I_{i\theta}$ 及び虚軸成分 $I_{i\theta}$ を零にするよ

12は誘導電動機、45は誘起電圧高調波成分 $e_{h1}$ に起因する出力電流高調波成分 $i_h$ を出力電流 $i$ から抽出するバンドパスフィルタ、44は出力電流高調波成分 $i_h$ を零にするような高調波電圧指令 $e_{h1}$ を発生する高調波電圧指令発生器である。電流制御回路51は出力電流 $i$ の基本波成分 $i_1$ を出力電流指令 $i^*$ に一致させるような基本波電圧指令 $e_{11}$ を発生し、高調波電圧指令発生器44は誘起電圧高調波成分 $e_{h1}$ に起因し発生する出力電流高調波成分 $i_h$ を抑制するような高調波電圧指令 $e_{h1}$ を発生する。これにより出力電流 $i$ には誘起電圧高調波成分に相当する高調波成分 $e_{h1}$ が重畳され、第1図に示した実施例同様の効果を得ることができる。

本実施例においては、出力電流 $i$ の基本波成分 $i_1$ の制御を行う電流制御回路51と、高調波成分の抑制を行う高調波電圧指令発生器44とを別々に設けている。これを1つの制御回路で制御及び抑制の両方を行うことは可能である。しかしながら複数の周波数の信号を同時に扱うため、制御

うな出力電圧指令虚軸成分 $E_{i\theta}$ 及び実軸成分 $E_{i*}$ を発生する。55は出力電圧指令の実軸成分 $E_{i*}$ と虚軸成分

$E_{i\theta}$ から出力電圧指令ベクトル $E$ の大きさ $|E|$ と位相角 $\angle E$ を発生する極座標変換器、54は出力電圧指令ベクトル $E$ の大きさ $|E|$ と位相角 $\angle E$ から基本波電圧指令 $e^*$ を発生する座標逆変換器である。

本図のような直行座標系を用いた制御器により制御を行うと、電流制御回路56a及び56bが扱う信号は直流量であるため、回路の設計に余裕が生じ制御精度及び応答性が向上する。

第11図は、第1図に示した制御回路の他の実施例である。

第1図に示した制御回路では負荷の位置信号 $x$ から誘起電圧の波形を特定することはできない。

この場合、例えば、誘導電動機においては位置信号 $x$ は存在しないので、このようなものについて本実施例では手当てをした。以下、第1図との相違点についてのみ述べる。

系の設計が難しくなる。本実施例のように、基本波成分の制御と高調波成分の抑制を別々に行うことにより、制御系の設計に余裕が生じ、制御精度及び応答性が向上する。

上記実施例においては、各相ごとの出力電流の高調波成分を検出して補償するため理想的に動作する場合、全ての高調波がなくなり出力電流は正弦波となる。しかしながら、バンドパスフィルタ45の位相遅れは必ず存在し、高調波電流の周波数が高くなると、重畳する指令値が正方向に重畳され発散してしまうことが考えられる。

そこで、以下に示す実施例では、比較的振幅の大きい高調波成分が3次調波であることに着目して、その高調波成分を打ち消すこととした。つまり、例えば、3相の場合、3次調波及びその3倍数の高調波は零相成分であり、この高調波が現れると必ず零相にも現れる。そこでこの零相に現れる高調波成分を打ち消すように制御すれば、零相は各相の和であるため、位相遅れの問題無しに出力電流は正弦波状になる。

第12図は、誘起電圧高調波成分 $e_{\omega}$ が例えば3次調波等の零相成分で構成されている場合の実施例で、47は各相の出力電流の総和をとり出力電流零相成分 $i_0$ を算出する加算器、46は出力電流零相成分 $i_0$ を抑制するような高調波電圧指令 $e_{\omega}$ を発生する高調波電圧指令発生器である。

第13図は、誘起電圧高調波成分 $e_{\omega}$ が零相成分で構成されている場合の他の実施例を示す。本実施例においては、各相の出力電流から出力電流零相成分 $i_0$ を算出するかわりに、中性線電流 $i_n$ を検出し、高調波電圧指令発生器46の入力としている。本実施例においても、第12図における実施例を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

第12図及び第13図における実施例においては、出力電流高調波成分を抽出するために第11図の実施例に見られるようなバンドパスフィルタ等が不要であり、位相遅れが生じないため制御性が向上する。

また第11図、第12図及び第13図における

実施例においては、負荷を誘起電動機としたが、負荷が同期電動機であっても、当然ながら前記実施例を適用することができる。

第14図は、負荷が電力系統である場合の1相分のモデルを示す構成図である。11は受電側、21は周波数変換器もしくは電力用脂動フィルタ等の電力変換器により構成される送電側、7は送電線である。受電端電圧 $e_R$ が高調波成分を含む場合、系統内の機器において騒音、振動の増加、及び機器の焼損といった障害の原因となる。第11図、第12図もしくは第13図のような制御器を用いて送電端電圧 $e_s$ を制御することにより、電流 $i$ を正弦波に保ち、これらの障害の発生を抑制できる。

第1図の実施例では負荷として回転型同期電動機を、第11図、第12図及び第13図においては回転型誘導電動機を例示したが、直線型同期電動機及び直線型誘導電動機の制御においても、また第14図の電力系統における実施例のように負荷が電動機でない場合でも当然のことながら本発

明を適用できる。

(発明の効果)

本発明によれば負荷の誘起電圧に起因する瞬時電力脈動を抑制することができるので、トルク変動、騒音等の併害を防止することができる。

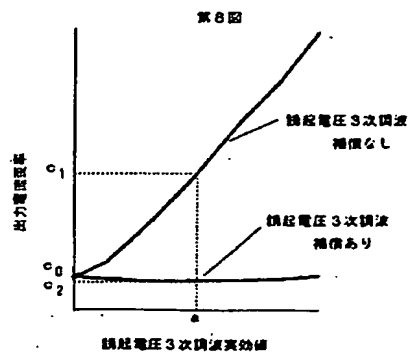
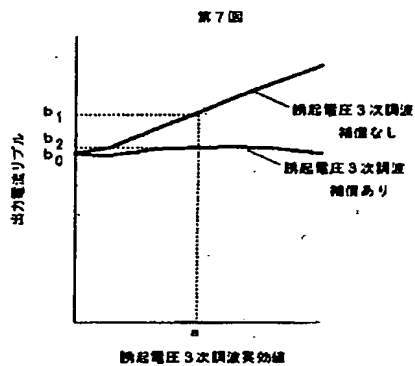
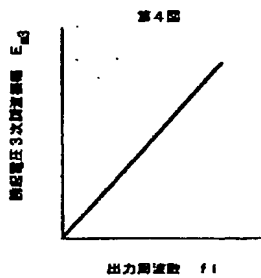
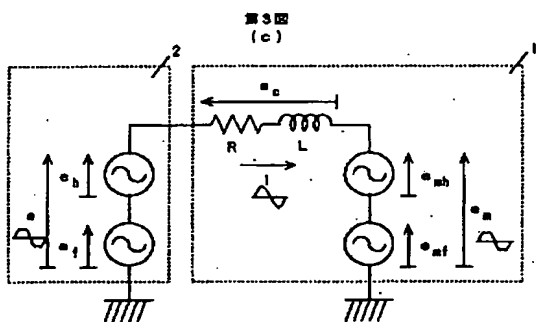
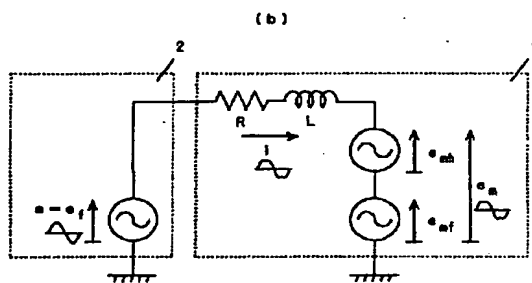
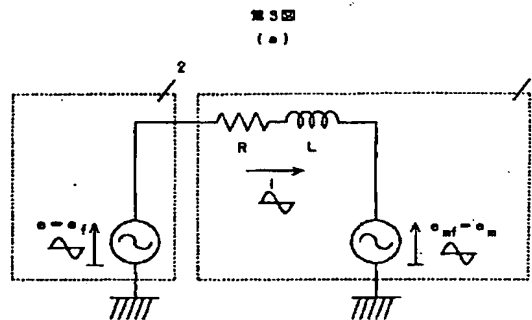
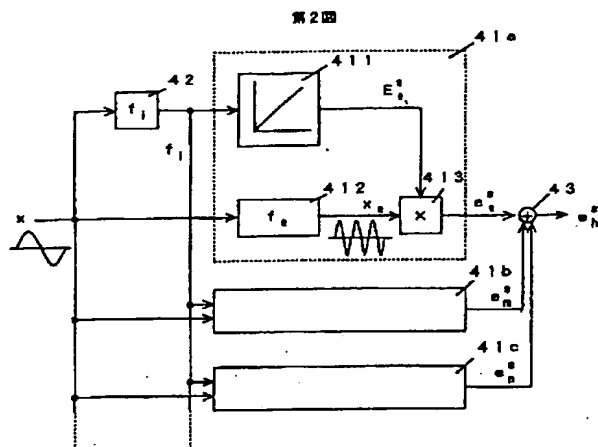
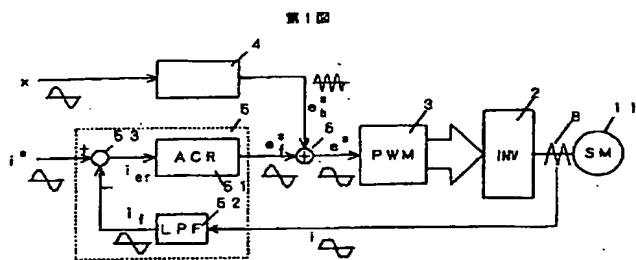
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す構成図、第2図は高調波電圧指令発生器の一実施例を示す構成図、第3図は主回路のモデルを示す図、第4図は出力周波数に対する誘起電圧の高調波成分の振幅の関係の一例として3次調波の特性を示したもの、第5図は出力電圧が基本波分の場合の各部波形を計算により求めたもの、第6図は出力電圧が誘起電圧高調波成分に相当する電圧を加えて出力する場合の各部波形を計算により求めたもの、第7図は誘起電圧3次調波実効値に対する出力電流リップルの特性を示したもの、第8図は誘起電圧3次調波実効値に対する出力電流歪率の特性を示したもの、第9図は誘起電圧3次調波実効値に対する瞬時電力脈動の特性を示したもの、第10図は

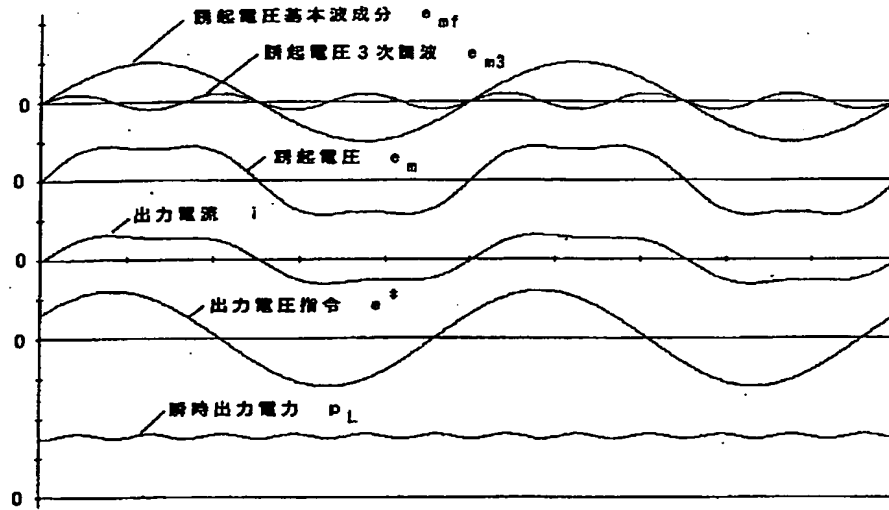
第1図における電流制御回路の別の実施例を示す構成図、第11図、第12図及び第13図はインバータの制御回路の別の実施例を示す構成図、第14図は電力系統のモデルを示す図である。

1…負荷、2…インバータ、3…PWM制御回路、11…同期電動機、12…誘導電動機、13…電力系統における受電側、21…電力系統における送電側、4…高調波電圧指令発生器、41…特定高調波電圧指令発生器、411…高調波電圧振幅発生器、412…周波数で倍器、413…乗算器、42…周波数発生器、43…加算器、44…高調波電圧指令発生器、45…バンドパスフィルタ、46…高調波電圧指令発生器、47…加算器、48…高調波電圧指令発生器、5…基本波電流制御器、51…電流制御回路、52…ローパスフィルタ、53…減算器、54…座標逆変換器、55…極座標変換器、56…電流制御回路、57…減算器、58…直行座標変換器、6…加算器、7…送電線、8…電流検出器。

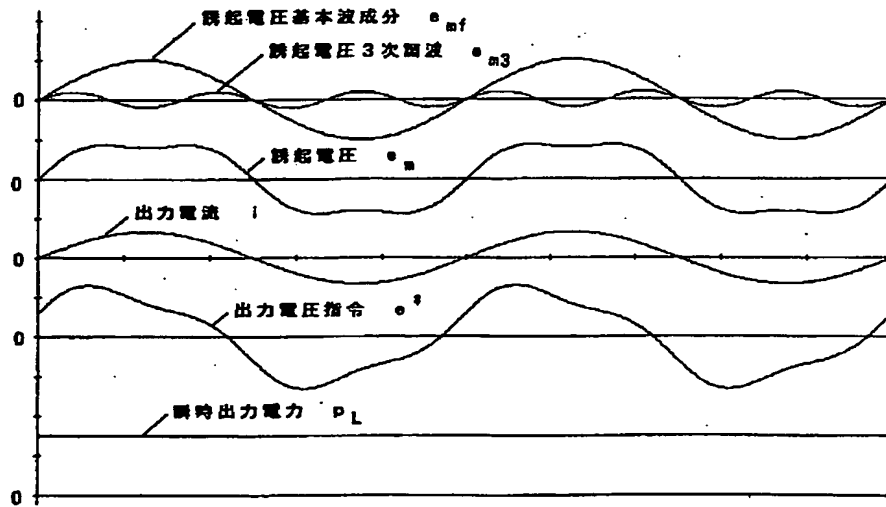
代理人 弁理士 小川勝男



第5圖

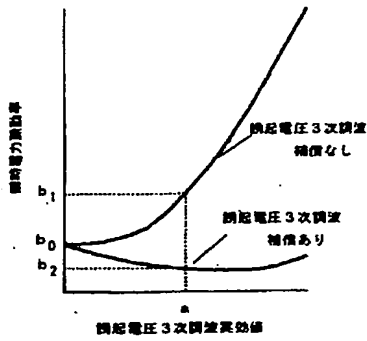


第6圖

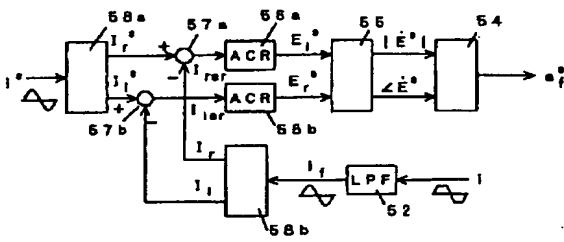




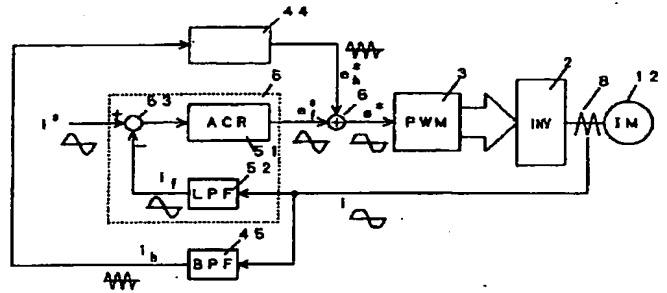
第 9 回



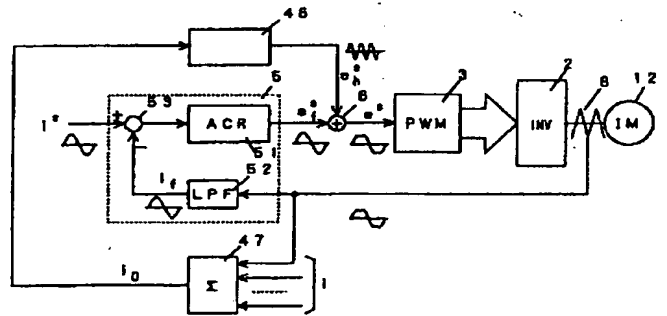
第 1 章



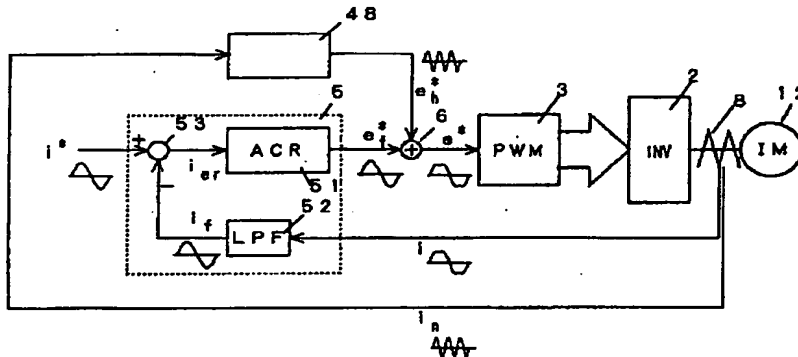
第 1 1 圖



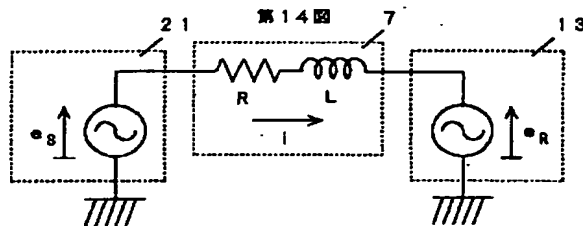
第 12 回



第 13 圖



第 14 圖



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第4区分  
 【発行日】平成9年(1997)6月10日

【公開番号】特開平4-54872  
 【公開日】平成4年(1992)2月21日  
 【年通号数】公開特許公報4-549  
 【出願番号】特願平2-162628  
 【国際特許分類第6版】

H02M 7/48  
 H02P 7/63 302  
 303

【F I】

H02M 7/48 E 9181-5H  
 H02P 7/63 302 R 0361-3H  
 303 Z 0361-3H

手続補正書(自発)

平成8年9月20日

特許庁長官殿

事件の表示

平成2年特許願第162628号

補正をする者

事件との関係 特許出願人  
 名称 (510) 株式会社日立製作所

代理人

居所 (〒100) 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号  
 株式会社日立製作所内  
 電話 東京3212-1111(大代表)  
 氏名 (8850) 弁護士 小川 勝男

補正の対象

明細書の「特許請求の範囲」の欄

補正の内容

1. 本願明細書の特許請求の範囲の欄を次のように補正する。

「1. 誘起電圧を持つ負荷に電力を供給する電力変換装置において、この誘起電圧中に含まれる高調波成分に起因して発生する出力電流の高調波成分を打ち消す電圧成分を該電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。

2. 同期電動機に電力を供給する電力変換装置において、この同期電動機の回転子の位置からこの電動機に発生する誘起電圧の高調波成分に相当する電圧指令を作成する手段と、この電圧指令を該装置の出力を該電力変換装置の出力電圧指令値に加算する手段とを備えた電力変換装置。

3. 誘起電動機に電力を供給する電力変換装置において、この誘起電動機に発生する誘起電圧高調波成分に起因する出力電流の高調波成分を検出する手段と、前記出力電流の高調波成分を打ち消す電圧成分を該電力変換装置の出力電圧に重畳する手段を備えた電力変換装置。」

以上